

通信基地局向けリチウムイオン電池モジュールの開発

Development of Li-ion Battery Module for Base Transceiver Station

伊藤 広和* 宮脇 康貴* 今里 奈沙*
小杉 明義* 井上 達也* 曾根 啓明*
武本 修一* 時井 敦志* 岸本 真治*

Hirokazu Ito Yasutaka Miyawaki Nasa Imasato
Akiyoshi Kosugi Tatsuya Inoue Hiroaki Sone
Shuichi Takemoto Atsushi Tokii Shinji Kishimoto

Abstract

A 48 V Li-ion battery (below LIB) module has been developed to use as back-up power of base transceiver station. The module has a height of 3 U, which can be mounted in a commercially available 19 inch rack with superior scalability. Use of the advantage of superior high rate charge/discharge performance of the LIB has reduced the volume and the weight to half of our conventional lead-acid batteries. It is easy to expand the capacity by using parallel connection to correspond to wide needs of the customers. Moreover, it is possible to do protection operation with standalone module in case of any abnormality, using the built-in high function BMU. That's why it is possible to replace lead-acid batteries without any additional equipment. This paper deals with outline of this development.

Key words: Li-ion battery module; BMU; 19-inch rack

1 まえがき

近年の移動体通信ではLTE (Long Term Evolution) に代表される高速大容量通信である第4世代通信用の通信基地局の増強が急ピッチでおこなわれており、このようなインフラ整備は今後もしばらく続くと考えられる。

通信基地局には停電時のバックアップに蓄電池が必

要であり、一般的に制御弁式鉛蓄電池を使用している。通信基地局が増強されていく中、従来よりも設置スペース、あるいは床荷重に制限のある場所においてはリチウムイオン電池が注目されている。また、通信機器設備の設置においてはフレキシブルに機器の収納・増設が可能な19インチラックが主流である。われわれは上記ニーズに応えるため19インチラックに搭載可能な省スペースで拡張性に優れたリチウムイオン電池モジュールを開発した。本モジュールはBMU (Battery Management Unit) を搭載しており、モジュー

* 産業電池電源事業部 電源システム生産本部 開発部

ル単独で高い安全性と信頼性を実現している。以下に開発したモジュールの概要を報告する。

2 仕様および外観

開発した「通信基地局向けリチウムイオン電池モジュール」の仕様を Table 1 に示す。本モジュールは通信基地局のバックアップ用途として 48 V 系に対応している。通信機器の入力電圧範囲、バックアップ時間など各種仕様・設置環境に対応できるように内蔵する電池の直列数は 13 セルもしくは 14 セルを選択できる。

モジュールは単電池の監視および内蔵スイッチによる主回路の投入・遮断を制御する BMU を内蔵している。そのため外部制御機器が不要であり、従来の鉛蓄電池を搭載した設備への置き換えも可能である。

モジュールの外観およびモジュール搭載ラックの外観例を Fig. 1 および Fig. 2 に示す。モジュールは、EIA 規格^{*1}の 19 インチラックに対応した構造である。その高さは 130 mm であり、3U サイズに対応している。ラックマウント構造とすることでモジュールの増設が容易になり、通信機器、電源装置および蓄電池を同一ラック内に収納可能であり省スペース化を実現できる。

Table 1 Specification of Li-ion battery module.

Items		Characteristic value	
Cell Qty	/ cells	13	14
Nominal voltage	/ V	48.75	52.5
Voltage range	/ V	42.9–53.3	46.2–57.4
Rated capacity	/ Ah	38	38
Continuous charge current	/ A	50	50
Continuous discharge current	/ A	50	50
Energy density	/ Wh/L	90.0	96.9
Specific energy	/ Wh/kg	68.6	68.8
Dimensions	/ mm	W435×D364×H130	
Mass	/ kg	27	29

*1 EIA 規格とはアメリカ電子機械工業会のことで EIA-310-D (第一部) に 19 インチラックの規格が定義されている。

3 構成

3.1 モジュール内構成

開発したモジュールの内部構成を Fig. 3 に示す。

モジュールは複数の単電池 (公称電圧 3.75 V/容量 38 Ah) と BMU から構成される。

BMU は電池から電源供給を受けているため、外部電源は不要である。BMU の内部は監視部、主回路投入・遮断部、外部インターフェース部およびそれらを統括する制御部で構成される。

監視部はセル電圧を測定する電圧センサ、電池温度を測定する温度センサ、および電池電流を測定する電流センサを有し、これらの情報を制御部へ伝達する。電圧センサは二系統具備されているため、一方の電圧



Fig. 1 Appearance of Li-ion battery module.



Fig. 2 Example of appearance of the Li-ion battery module rack mounted.

センサに不具合が生じてても、残ったもう一方のセンサによるセル電圧の異常検出が可能である。

主回路投入・遮断部は電池と主回路端子を投入・遮断する主回路スイッチと過大電流発生時に動作し主回路を遮断するヒューズがある。主回路スイッチには半導体スイッチを採用している。半導体スイッチは充電用と放電用をそれぞれ具備しており、充電電流と放電電流とを独立して制御できる。また、主回路スイッチにより入出力端子は無電圧となるため、モジュールの停止時は安全に運搬・配線作業をおこなうことが可能である。

外部インターフェース部には各種外部通信、外部機器へ異常信号を出力する接点出力および状態表示用のLEDがある。外部通信には外部機器への伝送用にRS-485通信とCAN通信、メンテナンス用にRS-232C通信を具備している。

制御部は計測情報を元に主回路の投入・遮断を制御するCPUと機器の設定情報や履歴情報を保持する不揮発性メモリを有する。

3.2 システム構成

開発したモジュールを使用したシステム構成例をFig. 4に示す。商用電力システムより受電した交流電圧から直流電圧に変換する整流器、直流電圧で動作する通信機器（無線機）およびモジュールにて構成される。通常は整流器より通信機器を動作させるが、入力停電

時など整流器が停止した際は、電池から電力を供給することで通信機器をバックアップする。バックアップ時間の延長、あるいはより負荷容量の大きな設備のバックアップが必要な場合は本モジュールを並列接続することで対応が可能である。

4 機能

開発したモジュールはBMUを搭載しているため鉛蓄電池にはない、様々な機能を具備している。本モジュールの主要機能をTable 2に示す。

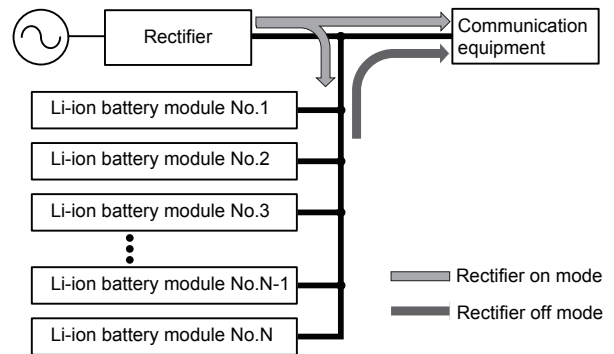


Fig. 4 Example of a system structure using Li-ion battery module.

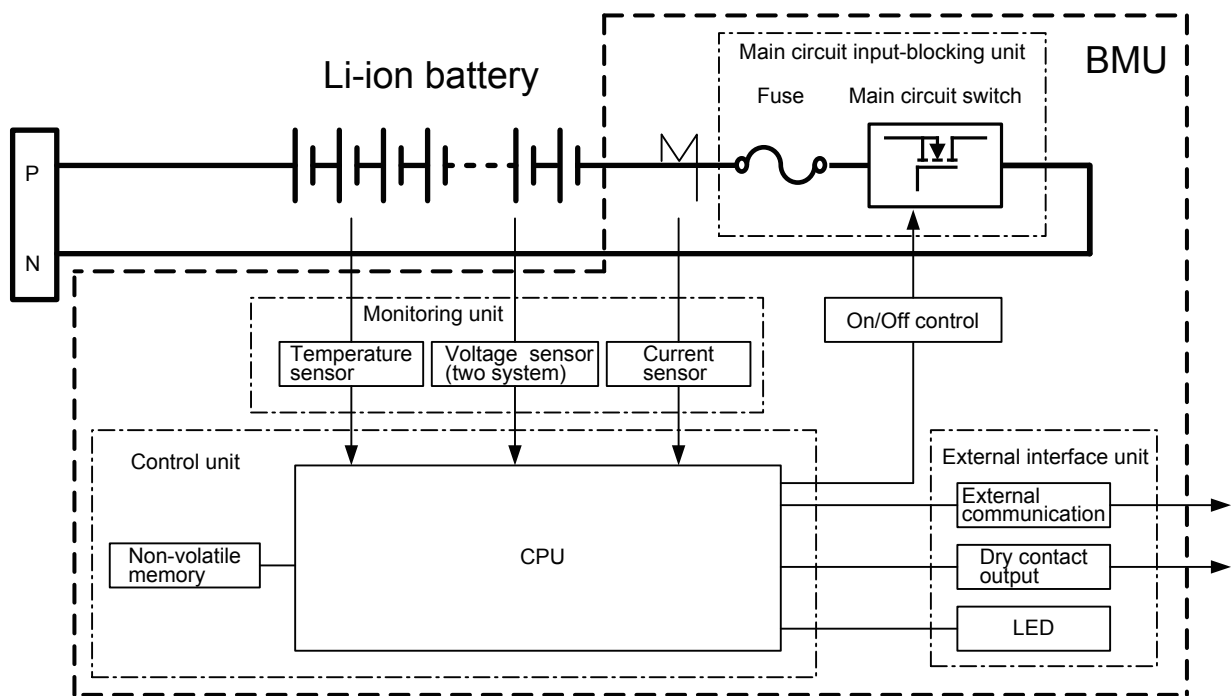


Fig. 3 Diagram of Li-ion battery module.

Table 2 Primary function of Li-ion battery module.

Items	Notes
Cell voltage measurement	
Battery temperature measurement	
Current measurement	
Anomaly detection & protection	
Overcharge protection	
Overdischarge protection	
Self shutdown	
Power recovery detection	
External communication	RS-485 / CAN2.0B
Dry contact output	2 ports
LED indicator	Power / Alarm
Cell voltage balance	
SOC calculation	
History save	

4.1 外部インターフェース機能

本モジュールは外部機器への伝送用に RS-485 通信と CAN 通信を有している。外部通信を使用することで電池電圧、温度、電池電流などの計測情報および異常の有無をモニタリングすることが可能である。

メンテナンス用には RS-232C 通信を有しており、パソコンを接続することで計測情報や異常の有無、設定値情報、履歴などを確認できる。

外部機器への異常発報用に 2 つのリレー出力を具備している。リレー出力は付属コネクタとは別に現地で容易に接続できるスクリューレス端子台も具備している。

モジュール前面に配置した 2 つの LED による点灯パターンでモジュールの状態（充放電可能状態、異常発生など）を表示する。

4.2 保護機能

リチウムイオン電池は鉛蓄電池と比較してエネルギー密度や充放電特性に優れる反面、過充電や過放電などに対して安全性の観点からより慎重に取り扱う必要がある。内蔵 BMU はセル電圧・温度・電池電流の計測情報により各単電池および充放電電流の健全性を常時監視し、モジュールが不安全とならないように保護機能を備えている。異常を検出した際は主回路スイッチを遮断することによりモジュールを整流器および通信機器から安全に切り離すことが可能である。

浮動充電状態において電池が満充電以上に充電（過充電）されないよう、放電用スイッチは投入を維持しつつ充電用スイッチを遮断することで、充電方向の電流のみを遮断する。放電方向の電流は通電可能な状態であるため、停電時には無瞬断でのバックアップができる。

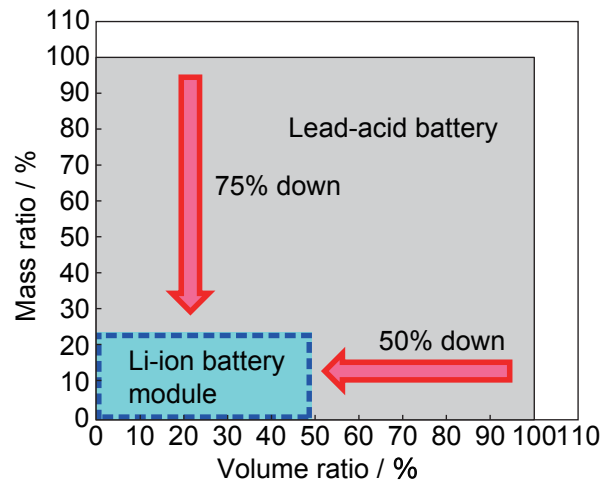


Fig. 5 Comparison of volume and mass between Li-ion battery module and Lead-acid battery.

電池が使用範囲以上に放電（過放電）することを防止するため、セル電圧が低下したことを検出した際は、通信機器へのバックアップを停止する。合わせて電池から電源供給を受けている BMU が停止することにより電池の電力消費を抑えている。整流器の出力電圧の復旧時は、BMU が再起動し電池への充電を開始する。

4.3 その他の機能

・セルバランス機能

各単電池はわずかながら容量ばらつきをもち、充放電を繰り返すなかで電圧ばらつきが生じる可能性がある。電圧ばらつきが生じた場合はモジュールの電圧が使用範囲内であっても単電池単位では使用範囲の上下限に達しやすくなり、十分に電池性能を発揮することができない。BMU 内部のバランス回路により各単電池の電圧ばらつきを解消することで、電池性能を十分に使用することが可能である。

・履歴管理

BMU は主回路スイッチの ON/OFF、異常および状態変化を発生順に記録している。これにより異常発生時の故障解析が可能である。

5 リチウムイオン電池と鉛蓄電池の比較

開発したモジュールと従来から採用されている一般的な鉛蓄電池を比較した。

モジュールと鉛蓄電池の体積、質量比較を Fig. 5 に示す。比較条件は負荷電流 10 A、バックアップ時間 3 時間とした。ここでは鉛蓄電池の体積、質量を 100% とした場合の比率で表現している。モジュール

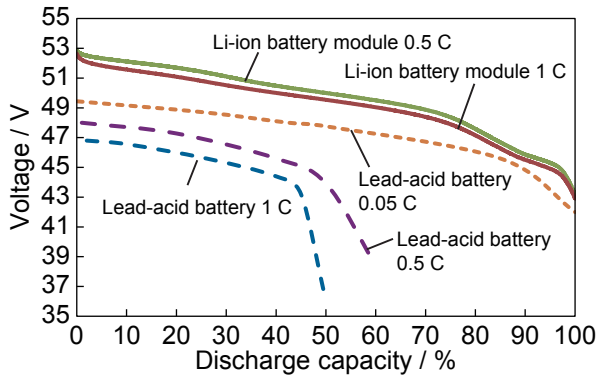


Fig. 6 Comparison of discharge characteristics between Li-ion battery module and Lead-acid battery.

は鉛蓄電池と比較し、体積は50%以下、質量は25%以下であり、鉛蓄電池に比べて小型、軽量である。そのため、スペース・質量が制限される都市部におけるビル内設置などに適しているといえる。

モジュールと鉛蓄電池の放電特性を Fig. 6 に示す。今回比較対象とした鉛蓄電池は20時間率である0.05 Cでは100%の容量を放電可能であるが、0.5 C、1 Cと放電電流が大きくなるにつれて放電容量が低下し、1 Cでは50%程度となる。一方、本モジュールは放電電流が0.5 Cと1 Cとでは放電容量にほとんど差異はなく、鉛蓄電池と比べて大電流放電に適した電池であるといえる。

モジュールと鉛蓄電池の充電特性を Fig. 7 に示す。ここでの充電電流は、モジュールは上限電流である1.25 Cとし、鉛蓄電池も同様に上限電流である0.25 Cとした。モジュールは90%の充電に1時間かからないが、鉛蓄電池は90%の充電に5時間以上必要であり、モジュールは鉛蓄電池と比べて短時間充電に適した電池であるといえる。

モジュールは上記特性から、電力供給の不安定な山間部やピークシフトのように短期間で充電と放電を繰り返すサイクル充放電を含むバックアップ用途にも適しているといえる。

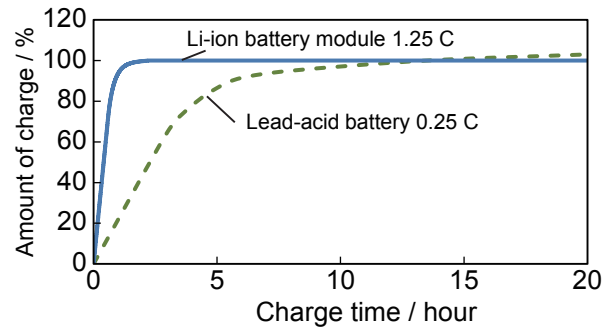


Fig. 7 Comparison of charge characteristics between Li-ion battery module and Lead-acid battery.

6 まとめ

今回開発した「通信基地局向けリチウムイオン電池モジュール」は従来の鉛蓄電池より体積比1/2以下、質量比1/4以下に小型軽量化できた。19インチラックに搭載可能であるため、並列化による柔軟なシステム構成を容易に実現することができる。加えてBMU内蔵により電池モジュール単独での高機能、高安全性が実現した。

この「小型・軽量」、「柔軟なシステム構成」、「高機能・高安全性」という特長により、今後ますます発展が期待される情報通信市場のユーザに好評を得られるものと確信している。

今回開発する上で得られた技術とリチウムイオン電池がもつ高エネルギー密度、優れたサイクル充放電特性は通信基地局だけでなく、様々な設置環境・電力・負荷要件の48V系アプリケーションにおいても適用可能である。今後はさらに広い分野で適用可能なリチウムイオン電池の開発を進めていく所存である。